© THE QUEEN'S PRINTER FOR ONTARIO
1999

REPRODUCED WITH PERMISSION

L'IMPRIMEUR DE LA REINE POUR L'ONTARIO

REPRODUIT AVEC PERMISSION

micromedia
a division of IHS Canada

20 Victoria Street
Toronto, Ontario M5C 2N8
Tel.: (416) 362-5211
Toll Free: 1-800-387-2689
Fax: (416) 362-6161
Email: info@micromedia.on.ca

FACTSHEET

ISSN 1198-712X ©Queen's Printer for Ontario

Agdex#: 736/202 Publication Date: 06/98

Order#: 98-021 Last Reviewed: 06/98

Title:Chilling Injury of Horticultural Crops

Division: Agriculture and Rural

History: Original Factsheet

Written by: L.J. Skog

Table of Contents

1. Introduction
2. Potential Symptoms of Chilling Injury
3. Minimizing Chilling Injury
4. Table 1: Examples of Fruits, Vegetables and Floriculture Products Susceptible to Chilling Injury
5. For more information...

Introduction

Chilling injury is primarily a disorder of crops of tropical and subtropical origin, although certain physiological disorders will appear in temperate crops only when they are stored at low temperatures. Chilling injury is not the same as freezing injury, which is a result of damage from ice crystals formed in tissues stored below their freezing point. The minimum safe temperature for chilling sensitive commodities will be well above their freezing point. The critical temperature for chilling injury varies with the commodity, but it generally occurs when produce is stored at temperatures below 10°–13°C. Therefore, crops which are susceptible to chilling injury often have a short storage life as low temperatures cannot be used to slow deterioration and pathogen growth. Chilling injury may occur in the field, in transit or distribution, in retail or home refrigerators. The effects of short periods of chilling may be cumulative in some commodities.

The primary cause of chilling injury is thought to be damage to plant cell membranes. The membrane damage sets off a cascade of secondary reactions, which may include ethylene production, increased respiration, reduced photosynthesis, interference with energy production, accumulation of toxic compounds such as ethanol and acetaldehyde and altered cellular structure. As plant structures differ in both susceptibility to damage and ability to repair these membranes, symptoms vary greatly between commodities. Chilling injury is a time by temperature problem. If the produce is stored below the critical temperature for short periods, the plant can repair the damage. If exposure is prolonged, irreversible damage occurs and visible symptoms often result. Injury occurs sooner and is more severe, the lower the temperature is below the threshold temperature. Detection and diagnosis of chilling injury is often difficult, as products often look sound when removed from the chilling temperature, but symptoms may occur when the produce is placed at higher temperatures. Symptoms which appear at higher temperatures may appear almost immediately, or may take

several days to develop. Symptoms also may not be visible externally.

Climatic conditions during the growing season affect the sensitivity of crops to chilling injury. Chilling injury may increase in colder growing seasons and crops grown in Ontario may be more susceptible than the same cultivars grown in warmer climates.

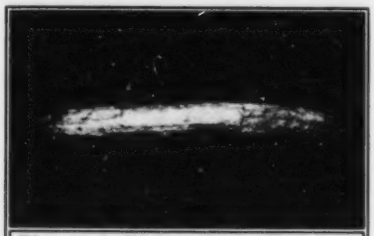

Figure 1: Pitting, Shrivelling And Yellowing Of Cucumber Held At 0°C For 4 Days.

| Top of Page |

Potential Symptoms of Chilling Injury

- surface lesions
  – pitting, sunken areas and discolouration
  – occurs most frequently in products with a firm, thick peel such as citrus or cucumbers (Figure 1)
- water-soaking of tissues
  – occurs most frequently in fruit and vegetables with thin or soft peels such as peppers, asparagus and grapes (Figure 2)
- water loss /dessication /shrivelling (Figure 3)
- internal discolouration (Figures 4 and 5)
- tissue breakdown
- failure of fruit to ripen, or uneven or slow ripening (Figure 6)
- accelerated senescence/ethylene production
- shortened storage or shelf life
- compositional changes e.g., flavour and texture
- loss of growth or sprouting capability
- wilting (Figure 7)
- increased decay due to leakage of plant metabolites, which encourage growth of micro-organisms, especially fungi (Figure 8)

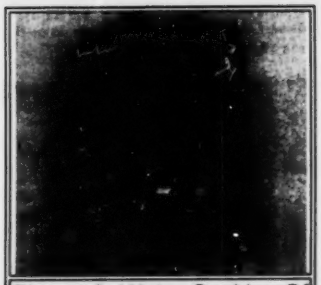

Figure 2: Water-Soaking Of Asparagus Tips Due To Storage At 0°C. Shrivelling And Secondary Rot Is Also Occurring.

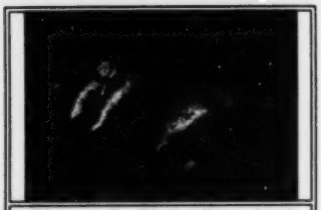

Figure 3: Shrivelling And Pitting Of Pepper With Chilling Injury. Note Lower Susceptibility Of The Red Variety.

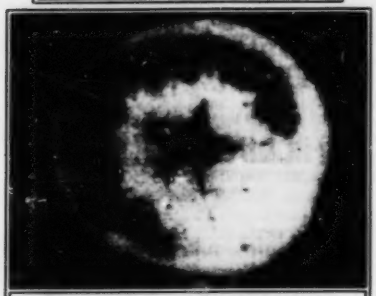

Figure 4: Low Temperature Induced Internal Browning Of "Newton" Apple Stored At 0°C.

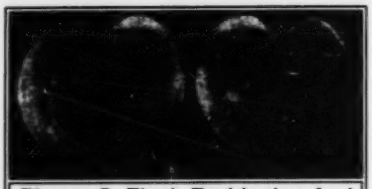

Figure 5: Flesh Reddening And "Woolly" Texture Of Nectarines Stored At 2°C For 3 Weeks.

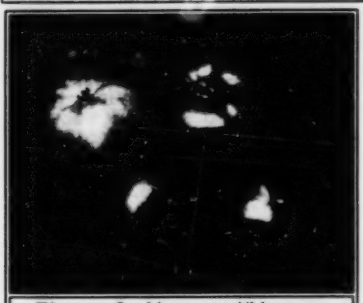

Figure 6: Abnormal/Uneven Ripening Of Green Tomatoes Stored At 3°C And Subsequently Ripened At Room Temperature.

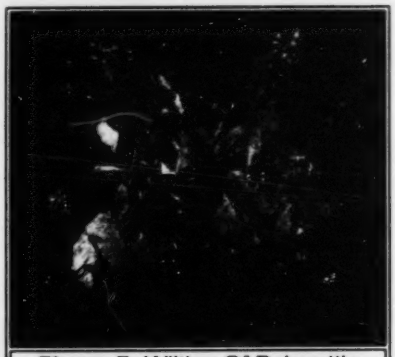

Figure 7: Wilting Of Poinsettia After Storage At 0°C For 12 Hours.

Figure 8: Breakdown And Subsequent Decay Of Cantaloupes Stored At 0°C For 4 Days.

| Top of Page |

Minimizing Chilling Injury

Although chilling injury is most easily prevented by storing susceptible crops above their critical temperatures, this is not always possible when only one storage facility is available for several crops. In this situation, there are methods to reduce the severity of chilling injury; however, not all of these methods will be appropriate for all crops.

- Minimize the length of time the crop is exposed to the chilling temperature: If exposure is minimal, the damage can be reversed and no visual symptoms will occur.
- Preconditioning: Stepwise cooling of the commodity can allow the fruit to adapt to the cooler temperatures and minimize chilling injury development.
- Intermittent Warming: Warming the commodity to room temperature at intervals during storage before permanent injury has occurred will allow the product to recover and prevent chilling injury symptoms. **This treatment may, however, cause undesirable softening and increase decay and may cause condensation to form on the product.**
- Cultivar selection: Certain cultivars are more resistant to chilling.
- Pre-harvest Nutrition: Proper pre-harvest nutrition can minimize chilling susceptibility. Calcium treatment may stabilize cellular membranes and reduce chilling injury in certain commodities.
- Maturity/Ripeness selection: Generally riper fruit is less susceptible to chilling injury. Ripe tomatoes, bananas and avocados tolerate lower temperatures than unripe fruit. Peaches and nectarines which are ripened for 1–2 days after harvest prior to storage are less susceptible to low temperatures.
- Specialty Storages: High humidity can minimize dessication due to chilling injury. Controlled or modified atmospheres (generally O_2 <5%, CO_2 >2%) can slow plant metabolism and slow chilling injury development in certain crops (e.g., peaches, nectarines, okra, avocado). Controlled atmospheres can also allow longer storage of chilling sensitive crops when stored above their critical temperature. **Controlled atmospheres may in some cases further stress crops and increase chilling injury susceptibility (e.g., some apple cultivars, cucumbers, tomatoes, asparagus and citrus).**
- Other Treatments: Other methods which are still in experimental stages include treatment with hormones or other chemicals to stabilize plant membranes and induction of chilling resistance by exposure to other stresses such as high temperature or low oxygen concentration.

| Top of Page |

Table 1: Examples Of Fruits, Vegetables And Floriculture Products Susceptible To Chilling Injury

Commodity	Recommended Minimum Storage Temperature (°C)	Potential Chilling Injury Symptoms
Anthurium	> 13	– darkening and water-soaked appearance

Apple	0–7	– core or flesh browning, fermented flavour, spongy texture, susceptibility and symptoms vary with cultivar
Asparagus	2–4	– occurs primarily at the tips - darkened and water-soaked followed by bacterial soft rot
Avocado	7–13	– darkening of vascular tissues, discolouration of flesh and skin, off-flavours and odours, abnormal ripening
Banana	> 13	– green fruit: brown under peel discolouration. Ripe fruit: brown to black peel discolouration, off-flavours, abnormal ripening
Basil	7–10	– wilting, water-soaked appearance, darkening
Bean (snap)	7–10	– russeting, pitting
Cantaloupe	2–5	– pitting, surface decay
Cucumber	7–10	– pitting of surface, lenticel area affected first, followed by *Fusarium* and other rots
Eggplant	7–13	– scald-like browning, pitting, flesh browning, decay and loosening of capstems, *Alternaria* rot
Grapefruit	10–15	– brown pitting of rind, watery breakdown of internal and external tissues, fermented odour
Honeydew Melon	7–13	– water-soaking of the rind, softening, greying or browning, surface becomes soft and sticky resulting in increased decay
Lemon	10–14	– as for grapefruit, plus red blotch
Lime	9–12	– as for grapefruit
Mango	> 13	– greyish skin discolouration, pitting, uneven ripening, poor flavour, increased susceptibility to *Alternaria* rot
Okra	7–10	– pitting
Orange	2–5	– as for grapefruit
Orchid, cattleya	7–10	– discolouration of column first, then sepals and petals

Papaya	7–13	– pitting, olive or brown discolouration, abnormal ripening
Peach/Nectarine	-0.5–1 (critical temperature 2–8)	– internal breakdown, mealiness, abnormal ripening, flesh browning or reddening
Pepper	7–13	– water-soaked appearance, sheet pittting, darkening, predisposition to *Alternaria* and *Botrytis*
Pineapple	7–13	– flesh watery, followed by browning or blackening
Poinsettia	> 13	– leaf drop, wilting
Potato	3–10	– mahogany browning, sweetening
Pumpkins/winter squash	10–15	– rot, primarily *Alternaria*
Sweet potato	> 13	– flesh discolouration, internal breakdown, increased decay, off-flavours, hard core when cooked
Tomato – ripe – green	7–13 > 13	– rubbery texture, watery flesh, irregular ripening, seed browning
Watermelon	10–15	– pitting, loss of flavour, fading of red colour
Zucchini/summer squash	5–10	– surface pitting, rapid decay

| Top of Page |

This Factsheet was authored by: Lisa J. Skog, Horticultural Research Institute of Ontario, University of Guelph, Vineland Station.

This Factsheet was reviewed by: Hugh Fraser, Agricultural Engineer, OMAFRA, Vineland and Dennis Murr, Department of Plant Agriculture, University of Guelph.

For more information...contact Hugh Fraser at hfraser@omafra.gov.on.ca.

| Top of Page |

| Crops Home Page |

| Central Site | Feedback | Search | Site Map | Français |
| Home | What's New | Calendar | Products | News Releases |

Ontario
This page maintained by the Government of Ontario

This information is provided as a public service, but we cannot guarantee that the information is

current or accurate.
Readers should verify the information before acting on it.

Feedback and technical inquiries to: crops@gov.on.ca
©Copyright 1999 Queen's Printer for Ontario

FICHE TECHNIQUE
ISSN 1198-7138 Imprimeur de la Reine pour l'Ontario
Agdex: 736/202
Commande no. 98-032
Date de publication: 06/98
Dernière révision: 06/98

Titre: Dégâts causés aux cultures horticoles par le froid

Division: Agriculture et affaires rurales
Situation:
Rédacteur: Lisa J. Skog

Table des matières

1. Introduction
2. Atténuation des dégâts causés par le froid

Introduction

Ce sont essentiellement les cultures d'origine tropicale et sous-tropicale qui sont sujettes aux dégâts causés par le froid, même si certains désordres physiologiques peuvent aussi apparaître chez des cultures des climats tempérés uniquement lorsque celles-ci sont entreposées à basses températures. Il ne faut pas confondre les dégâts causés par le froid avec les dégâts causés par le gel. Ces derniers résultent de la formation de cristaux dans les tissus entreposés en deçà du point de congélation. Or, la température la plus froide que tolèrent les denrées sensibles au froid se situe bien au-dessus du point de congélation. Même si la température critique varie suivant la denrée, les dégâts causés par le froid se produisent généralement lorsque les produits sont entreposés à moins de 10-13 °C. Comme on ne peut compter sur le froid pour ralentir la détérioration du produit et la prolifération des pathogènes, les denrées sensibles au froid ont souvent une courte durée de conservation. Les dégâts causés par le froid peuvent se produire dans le champ, pendant le transport ou la distribution, chez le détaillant ou dans un réfrigérateur domestique. Pour certaines denrées, de brèves périodes de froid peuvent avoir des effets cumulatifs.

On pense que les dégâts causés par le froid sont avant tout attribuables à la détérioration des membranes cellulaires des végétaux. Cette détérioration déclenche une série de réactions secondaires, qui peuvent comprendre la production d'éthylène, une respiration accrue, un ralentissement de l'activité photosynthétique, l'interférence avec la production d'énergie, l'accumulation de composés toxiques comme l'éthanol et l'acétaldéhyde et une altération de la structure cellulaire. Comme les structures des végétaux diffèrent tant au niveau de leur vulnérabilité au froid qu'au niveau de leur aptitude à réparer leurs membranes, les symptômes varient énormément d'un produit à l'autre. Les dégâts causés par le froid sont influencés à la fois par la durée de l'exposition au froid et par la température. Si le produit est entreposé en deçà de la température critique pendant de brèves périodes, la plante peut se remettre du stress. Si l'exposition se prolonge, les dommages deviennent irréversibles et, souvent, apparents. Plus l'écart est grand entre la température dans l'entrepôt et la température critique, plus les dommages se manifestent tôt et plus graves ils sont. Souvent, il est difficile de détecter et de diagnostiquer les dégâts causés par le froid, car l'apparence du produit peut ne pas encore être altérée au moment où on soustrait le produit à la température froide. Ce n'est qu'une fois que le produit s'est réchauffé qu'on constate les dégâts. Ceux-ci peuvent se manifester presque tout de suite ou après plusieurs jours. Il arrive aussi que l'extérieur du produit ne présente aucun symptôme.

Les conditions climatiques pendant la saison de croissance influencent la sensibilité des cultures aux dégâts causés par le froid. Ces dégâts peuvent être plus fréquents quand la saison de croissance est plus fraîche. Les cultures produites en Ontario peuvent donc être plus vulnérables que les mêmes cultivars produits sous des climats plus chauds.

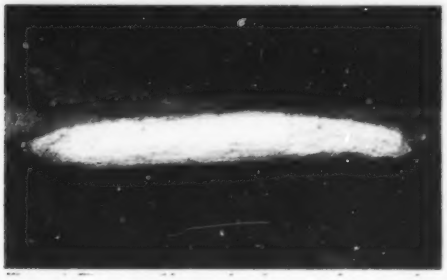

Figure 1 – Picoture, ridage et jaunissement du concombre conservé à 0 °C pendant 4 jours.

Symptômes possibles de dégâts causés par le froid

- lésions superficielles
  - picoture, zones enfoncées et altération de la couleur
  - surtout le fait des produits à peau ferme et épaisse comme les agrumes et les concombres (figure 1)
- tissus gorgés d'eau
  - surtout le fait des fruits et légumes à peau mince ou lisse tels que poivrons, asperges et raisins (figure 2)
- déshydratation, dessèchement ou ridage (figure 3)
- décoloration interne (figures 4 et 5)
- détérioration des tissus
- fruit qui ne mûrit pas ou qui présente un mûrissement inégal ou lent (figure 6)
- production d'éthylène ou sénescence accélérée
- raccourcissement de la durée de conservation
- changements de composition, p. ex. saveur et texture
- perte de potentiel de croissance ou de germination
- flétrissure (figure 7)
- détérioration aggravée par la fuite des métabolites de la plante, qui stimulent la prolifération des micro-organismes, surtout des champignons (figure 8)

Figure 2 – Pointes d'asperge aqueuses après un entreposage à 0 °C. Symptômes de ridage et de pourriture secondaire également présents.

Figure 3 – Ridage et picoture d'un poivron causés par le froid. Remarquer la moins grande sensibilité du cultivar de poivron rouge.

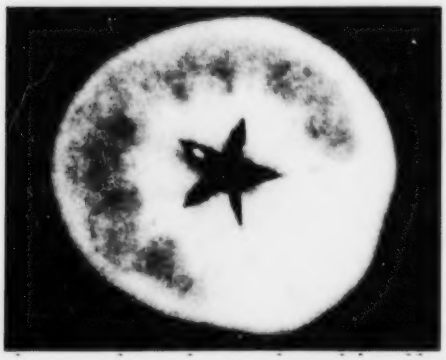

Figure 4 – Brunissement interne attribuable à l'exposition au froid d'une pomme 'Newton' entreposée à 0 °C.

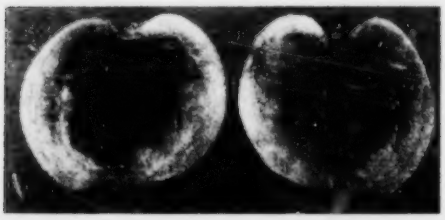

Figure 5 – Rougissement de la chair et texture " laineuse " de nectarines entreposées à 2 °C pendant 3 semaines.

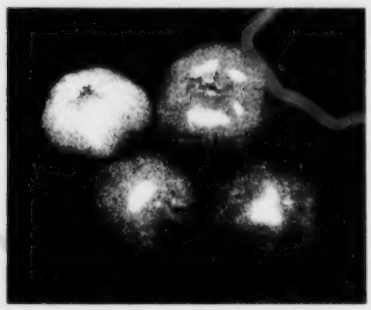

Figure 6 – Mûrissement anormal ou inégal de tomates vertes entreposées à 3 °C puis mises à mûrir à la température ambiante.

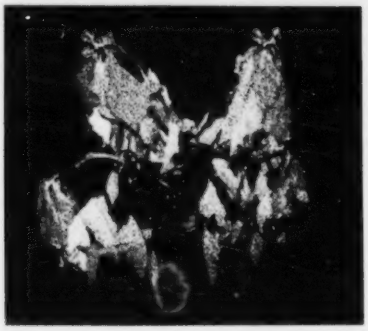

Figure 7 – Flétrissure d'un poinsettia après entreposage à 0 °C pendant 12 heures.

| Haut de la page |

Atténuation des dégâts causés par le froid

Même si la meilleure façon de prévenir les dégâts causés par le froid est d'entreposer les cultures sensibles au froid au-dessus de leur température critique, il n'est pas toujours possible de le faire, notamment quand le même entrepôt doit servir à plusieurs cultures. Il y a alors des moyens d'atténuer les dégâts; ces moyens ne conviennent par contre pas à toutes les cultures.

- Réduction de la durée d'exposition au froid : Une durée d'exposition minimale peut empêcher les dégâts de devenir irréversibles et de se manifester.
- Préconditionnement : Un refroidissement progressif peut permettre au produit de s'adapter au froid et de réagir moins violemment au froid.
- Réchauffement intermittent : L'exposition du produit à la température de la pièce à différents intervalles pendant l'entreposage, avant que les dégâts ne se manifestent, peut donner la chance au produit de se remettre et empêcher l'apparition des dégâts causés par le froid. **Ce traitement, par contre, peut provoquer un ramollissement indésirable du produit et donner prise à la pourriture. Il peut aussi entraîner la formation de condensation sur le produit.**
- Choix du cultivar : Certains cultivars sont plus résistants que d'autres au froid.
- Fertilisation avant la récolte : Des plantes bien nourries sont parfois moins sensibles au froid. Un apport de calcium peut stabiliser les membranes cellulaires et réduire les dommages que subissent certains produits.

Figure 8 – Détérioration et pourriture subséquente des cantaloups entreposés à 0 °C pendant 4 jours.

- Choix de l'état de maturité et de mûrissement : En général, plus un fruit est mûr, moins il est vulnérable aux dégâts causés par le froid. Une fois mûrs, tomates, bananes et avocats tolèrent mieux des températures plus basses. Les pêches et nectarines qu'on a laissé mûrir pendant 1-2 jours avant de les mettre en entrepôt sont moins sensibles aux basses températures.
- Entrepôts spécialisés : Une forte humidité peut minimiser le dessèchement provoqué par le refroidissement. Une atmosphère contrôlée ou modifiée (où généralement $O_2 \leq 5\%$, $CO_2 \geq 2\%$) peut ralentir le métabolisme de la plante et freiner l'apparition de dégâts causés par le froid chez certaines cultures (telles que pêche, nectarine, okra, avocat). Une atmosphère contrôlée peut aussi prolonger la durée d'entreposage des cultures sensibles au froid, pourvu qu'on les maintienne au delà de la température critique. **Par contre, l'atmosphère contrôlée peut dans certains cas imposer un stress supplémentaire aux cultures et augmenter leur vulnérabilité aux dégâts causés par le froid (c'est notamment le cas de certains cultivars de pomme, des concombres, des tomates, des asperges et des agrumes).**
- Autres traitements : Les autres méthodes, encore au stade expérimental, comprennent les traitements à l'aide d'hormones ou d'autres produits chimiques qui visent à stabiliser les membranes des plantes et à induire une résistance au froid par une exposition à d'autres facteurs de stress comme des températures élevées ou une faible concentration d'oxygène

Tableau 1 – Exemples de fruits, de légumes et de produits de la floriculture sensibles aux dégâts causés par le froid

Produit	Température minimale recommandée en entrepôt (°C)	Symptômes possibles de dégâts causés par le froid
Anthurium	> 13	– noircissement et apparence aqueuse
Pomme	0–7	– brunissement du cœur ou de la chair, goût fermenté, texture spongieuse; sensibilité et symptômes varient suivant le cultivar
Asperge	2–4	– noircissement et apparence aqueuse surtout des extrémités, puis envahissement par une pourriture molle bactérienne
Avocat	7–13	– noircissement des tissus vasculaires, altération de la couleur de la chair et de la peau, mauvais goût et mauvaise odeur, mûrissement anormal
Banane	> 13	– fruit vert : brunissement sous la pelure; fruit mûr : brunissement ou noircissement de la pelure, mauvais goût, mûrissement anormal
Basilic	7–10	– flétrissure, apparence aqueuse, noircissement
Haricot (mange-tout)	7–10	– roussissement, picoture
Cantaloup	2–5	– picoture, pourriture superficielle
Concombre	7–10	– picoture superficielle, symptômes apparaissant d'abord dans la région des lenticelles, puis envahissement par *Fusarium* et d'autres pourritures
Aubergine	7–13	– brunissement semblable à l'échaudure, picoture, brunissement de la chair, pourriture et relâchement du pédoncule, pourriture alternarienne
Pamplemousse	10–15	– picoture brune de l'écorce, détérioration aqueuse des tissus internes et externes, odeur de fermentation
Melon de miel	7–13	– écorce gorgée d'eau, ramollissement, teinte grisâtre ou brune, surface qui devient molle et collante, donnant ainsi prise à la pourriture
Citron	10–14	– comme pour le pamplemousse, plus apparition de taches rouges
Lime	9–12	– comme pour le pamplemousse

Mangue	> 13	– décoloration grisâtre de la peau, picoture, mûrissement inégal, manque de saveur, sensibilité accrue à la pourriture alternarienne
Okra	7–10	– picoture
Orange	2–5	– comme pour le pamplemousse
Orchidée, cattleya	7–10	– altération de la couleur de la tige d'abord, puis des sépales et des pétales
Papaye	7–13	– picoture, teinte olive ou brune, mûrissement inégal
Pêche ou nectarine	-0.5–1 (température critique : 2–8)	– détérioration interne, texture farineuse, mûrissement anormal, brunissement ou rougissement de la chair
Poivron	7–13	– apparence aqueuse, picoture des membranes, noircissement, prédisposition aux infections par *Alternaria* et *Botrytis*
Ananas	7–13	– apparence aqueuse puis brunissement ou noircissement de la chair
Poinsettia	> 13	– chute des feuilles, flétrissure
Pomme de terre	3–10	– teinte brun acajou, augmentation de la teneur en sucre
Citrouille ou courge d'hiver	10–15	– pourriture, essentiellement par *Alternaria*
Patate douce	> 13	– altération de la couleur de la chair, détérioration interne, pourriture accrue, mauvais goût, cœur dur après la cuisson
Tomate – mûre – verte	7–13 > 13	– texture caoutchouteuse, chair aqueuse, mûrissement inégal, brunissement des pépins
Melon d'eau	10–15	– picoture, perte de goût, perte d'éclat du rouge
Zucchini ou courge d'été	5–10	– picoture superficielle, détérioration rapide

Lisa J. Skog travaille à l'Institut de recherches horticoles de l'Ontario, Université de Guelph, Vineland Station. La présente fiche technique a été révisée par **Hugh Fraser**, ingénieur du génie rural, Division de l'agriculture et des affaires rurales, MAAARO, Vineland, et par **Dennis Murr**, Département de phytotechnie, Université de Guelph.

| Haut de la page |

| Page d'accueil du génie |

| Site principal | Commentaires | Recherche | Plan du site | English |
| Page d'accueil | Nouveautés | Calendrier | Produits | Communiqués |

Ontario
Ce site est mis à jour par le gouvernement de l'Ontario, Canada.

Les renseignements de ce site sont fournis à titre de service au public. On ne peut garantir que l'information est à jour ou exacte. Les lecteurs devront vérifier l'information avant de s'en servir.

Vos commentaires et questions techniques à: engineering@omafra.gov.on.ca
©Imprimeur de la Reine pour l'Ontario, 2001